

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 4 月 7 日 (07.04.2005)

PCT

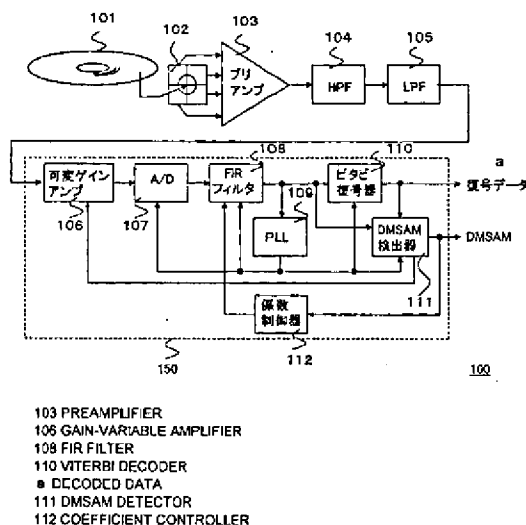
(10) 国際公開番号
WO 2005/031743 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 20/14, 20/10, 20/18, H03H 21/00, 17/06, 17/02, H03M 13/41
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 日野 泰守 (HINO, Yasumori). 金森 丈郎 (KANAMORI, Takeo).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/014711
- (22) 国際出願日: 2004 年 9 月 29 日 (29.09.2004)
- (74) 代理人: 山本 秀策, 外(YAMAMOTO, Shusaku et al.); 〒5406015 大阪府大阪市中央区城見一丁目2番27号 クリスタルタワー15階 Osaka (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (30) 優先権データ:
特願2003-342107 2003 年 9 月 30 日 (30.09.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: EVALUATING APPARATUS AND EVALUATING METHOD

(54) 発明の名称: 評価装置および評価方法



(57) Abstract: An evaluating apparatus including a digital filter, which filters signal in accordance with a tap coefficient of the digital filter. The evaluating apparatus further includes detecting means for detecting, based on the filtered signal, an index for evaluating the quality of the signal; and control means for controlling the tap coefficient of the digital filter within a predetermined range such that the values of detected indexes include an optimum value of the index.

(57) 要約: 本発明の評価装置は、デジタルフィルタを備えた評価装置であって、前記デジタルフィルタは、前記デジタルフィルタのタップ係数に応じて信号をフィルタリングし、前記評価装置は、前記フィルタリングされた信号に基づいて、前記信号の品質を評価するための指標を検出する検出手段と、前記検出された指標の値が前記指標の最適値を含むように、予め決められた範囲内で前記デジタルフィルタの前記タップ係数を制御する制御手段とをさらに備える。



(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

評価装置および評価方法

5 技術分野

本発明は、記録媒体に記録されている原デジタル情報を最尤復号方法によって復号する信号処理に関し、特に、信号の品質評価に基づいて、最適に信号を復調する装置および方法に関する。

10 背景技術

従来は、再生信号の品質を評価する指標値としてジッタが用いられていた。しかし、パーシャルレスポンスを前提とした近年の信号処理方式では、ジッタにはエラーとの相関があまりない。一方、最尤復号を用いることが一般的となっている近年の信号処理方式では、指標値DMSAM (d-Minimum Seue
15 nced Amplitude Margin: DMSAMの詳細は、後述される) には、エラーとの相関が非常にあり、信頼できる指標値である。

図11は、従来の再生信号品質評価装置400の構成を示す。再生信号品質評価装置400は、特許文献1 (特開平10-21651号公報 (6頁、図6))
20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10100 10105 10110 10115 10120 10125 10130 10135 10140 10145 10150 10155 10160 10165 10170 10175 10180 10185 10190 10195 10200 10205 10210 10215 10220 10225 10230 10235 10240 10245 10250 10255 10260 10265 10270 10275 10280 10285 10290 10295 10300 10305 10310 10315 10320 10325 10330 10335 10340 10345 10350 10355 10360 10365 10370 10375 10380 10385 10390 10395 10400 10405 10410 10415 10420 10425 10430 10435 10440 10445 10450 10455 10460 10465 10470 10475 10480 10485 10490 10495 10500 10505 10510 10515 10520 10525 10530 10535 10540 10545 10550 10555 10560 10565 10570 10575 10580 10585 10590 10595 10600 10605 10610 10615 10620 10625 10630 10635 10640 10645 10650 10655 10660 10665 10670 10675 10680 10685 10690 10695 10700 10705 10710 10715 10720 10725 10730 10735 10740 10745 10750 10755 10760 10765 10770 10775 10780 10785 10790 10795 10800 10805 10810 10815 10820 10825 10830 10835 10840 10845 10850 10855 10860 10865 10870 10875 10880 10885 10890 10895 10900 10905 10910 10915 10920 10925 10930 10935 10940 10945 10950 10955 10960 10965 10970 10975 10980 10985 10990 10995 11000 11005 11010 11015 11020 11025 11030 11035 11040 11045 11050 11055 11060 11065 11070 11075 11080 11085 11090 11095 11100 11105 11110 11115 11120 11125 11130 11135 11140 11145 11150 11155 11160 11165 11170 11175 11180 11185 11190 11195 11200 11205 11210 11215 11220 11225 11230 11235 11240 11245 11250 11255 11260 11265 11270 11275 11280 11285 11290 11295 11300 11305 11310 11315 11320 11325 11330 11335 11340 11345 11350 11355 11360 11365 11370 11375 11380 11385 11390 11395 11400 11405 11410 11415 11420 11425 11430 11435 11440 11445 11450 11455 11460 11465 11470 11475 11480 11485 11490 11495 11500 11505 11510 11515 11520 11525 11530 11535 11540 11545 11550 11555 11560 11565 11570 11575 11580 11585 11590 11595 11600 11605 11610 11615 11620 11625 11630 11635 11640 11645 11650 11655 11660 11665 11670 11675 11680 11685 11690 11695 11700 11705 11710 11715 11720 117

出器 1105 と、標準偏差計算器 1106 と、最小値判定器 1107 とを備える。

標準偏差計算器 1106 は、ユークリッド距離が最小なパスの存在するデータ系列が最尤復号器 1103 で復調された際に、選択されたパスと選択されなかったパスとの差の標準偏差 ($\sigma_{\Delta m}$) と、選択されたパスと選択されなかったパスとの差の平均 ($\mu_{\Delta m}$) とに基づいて、 $(\sigma_{\Delta m}) / (\mu_{\Delta m})$ を計算する。最小値判定器 1107 は、 $(\sigma_{\Delta m}) / (\mu_{\Delta m})$ の最小値を判定する。 $(\sigma_{\Delta m}) / (\mu_{\Delta m})$ は、再生信号の品質を表す。

最尤復号器 1103 は、適応型等化フィルタを含む。適応型等化フィルタは、再生された信号に含まれる線形な歪みを取り除くために、通常 FIR フィルタで構成される。適応型等化フィルタは、記録再生装置の再生状態が変化しても再生信号の歪みが最小となるように信号をフィルタリングする。

適応型等化フィルタの適応方法は、例えば、LMS 法 (Least Mean Square 法) である。LMS 法は、適応型等化フィルタの出力と目標値との誤差量に基づいて、フィルタ係数を更新する。LMS 法は、アルゴリズムが簡単で収束特性が良いため、広く用いられている。

しかし、信号の欠落等に起因する異常な信号が再生信号品質評価装置 400 に入力された場合に、適応型等化フィルタの出力が発散する。

さらに、FIR フィルタは、FIR フィルタの係数を変化させると非常に広い範囲で FIR フィルタの特性が変化する。したがって、再生信号品質評価装置 400 の適応型等化フィルタは、記録媒体の個体差が大きい場合でも、適応型等化フィルタの出力を補正する。このため、記録媒体の信号品質を評価するための指標としては、DMSAM を用いることができない。

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、デジタルフィルタのフィルタ特性 (タップ係数) の制御範囲を限定することによって安定な復調系を構築する評価装置および評価方法、並びに、記録媒体の特性を保証するために、信号の品質を評価するための指標を用いることができる評価装置および評価方法を提供

することを目的とする。

発明の開示

本発明の評価装置は、デジタルフィルタを備えた評価装置であって、前記デジタルフィルタは、前記デジタルフィルタのタップ係数に応じて信号をフィルタリングし、前記評価装置は、前記フィルタリングされた信号に基づいて、前記信号の品質を評価するための指標を検出する検出手段と、前記検出された指標の値が前記指標の最適値を含むように、予め決められた範囲内で前記デジタルフィルタの前記タップ係数を制御する制御手段とをさらに備え、これにより、上記目的が達成される。

前記デジタルフィルタは、複数のタップを含み、前記制御手段は、前記複数のタップが有する複数のタップ係数が対称性を有するように、前記複数のタップ係数を制御してもよい。

前記評価装置は、前記フィルタリングされた信号を最尤復号し、前記最尤復号の結果を示す2値化信号を生成する最尤復号手段をさらに備え、前記検出手段は、前記フィルタリングされた信号と前記2値化信号とに基づいて、前記指標を検出し、前記デジタルフィルタは、第1タップと第2タップと第3タップと第4タップと第5タップとを含み、前記制御手段は、

(式1)

20

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

(式2)

25

$$k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

(式3)

$$k_2 = \frac{4 + r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

5 に従って、前記第1タップのタップ係数 k_0 と、前記第2タップのタップ係数 k_1 と、前記第3タップのタップ係数 k_2 と、前記第4タップのタップ係数 k_3 と、前記第5タップのタップ係数 k_4 とを制御してもよい。ここで、 r は、前記デジタルフィルタの周波数特性を示す。

0.21 ≤ r ≤ 0.27でよい。

10 本発明の評価方法は、信号をデジタルフィルタのタップ係数に応じてフィルタリングするステップと、前記フィルタリングされた信号に基づいて、前記信号の品質を評価するための指標を検出するステップと、前記検出された指標が前記指標の最適値を含むように、予め決められた範囲内で前記デジタルフィルタの前記タップ係数を制御するステップとを包含し、これにより、上記目的が達成される。

15

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態1における再生装置100の構成を示す図である。

図2は、変調符号RLL(1, 7)、PR(1, 2, 2, 1)の系の状態遷移を示す図である。

20 図3は、ピタビ復号器110の構成を示す図である。

図4は、DMSAM検出器111の構成を示す図である。

図5は、FIRフィルタ108の構成を示す図である。

図6は、FIRフィルタ108の z 平面上のフィルタ特性を示す図である。

25 図7は、FIRフィルタ108のフィルタ特性とDMSAMの値との関係を示す図である。

図8は、FIRフィルタ108の周波数特性を示す図である。

図9は、本発明の実施の形態2の再生装置200の構成を示す図である。

図10は、FIRフィルタ901の構成を示す図である。

図11は、従来の再生信号品質評価装置400の構成を示す図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、図を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における再生装置100の構成を示す。再生装置100は、光ディスク101を挿入可能に構成されている。

10 再生装置100は、光ディスク101で反射した反射光を4分割して検出するPINダイオード102と、4分割して検出された反射光を加算するプリアンプ103と、カットオフ周波数10kHzのハイパスフィルタ104と、カットオフ周波数30MHzのバタースローパスフィルタ105と、評価装置150とを含む。

15 評価装置150は、アナログ信号の振幅を調整する可変ゲインアンプ106と、アナログ信号をデジタル化するA/Dコンバータ107と、デジタル信号の歪みを補正するために、タップ係数に応じてデジタル信号をフィルタリングするFIRフィルタ108と、デジタル信号をチャンネルクロックに同期させるPLL109と、フィルタリングされた信号を最尤復号し、最尤復号の結果を示す2値化信号を生成するビタビ復号器110と、フィルタリングされた信号と2値化信号とに基づいて、DMSAMの値を検出するDMSAM検出器111と、DMSAMの値がDMSAMの最適値を含むように、予め決められた範囲内でFIRフィルタ108のタップ係数を制御する係数制御器112とを含む。

例えば、DMSAM検出器111は、複数の特定パスのメトリック差に基づいてDMSAMを検出する。係数制御器112は、DMSAMの値が最小になるように、FIRフィルタ108の係数を制御する

25

以下、図1を参照して、本発明の実施の形態1（記録の変調方式としてRLL（1，7）変調を用い、再生の伝送路をPR（1，2，2，1）に等化するPR+ビタビ復号を行う形態）の再生装置100の動作を説明する。

光ディスク101で反射した反射光は、PINダイオード102で検出される。
5 反射光は、フォーカス制御およびトラッキング制御のために4分割して検出され（フォーカス・トラッキングの制御系については図示せず）、PINダイオード102は、4種類の信号を生成する。4種類の信号はプリアンプ103によって加算されて、所望のレベルに増幅される。ハイパスフィルタ104は、プリアンプ103の出力から低域のノイズを除去し、ローパスフィルタ105は、プリアンプ103の出力から高域のノイズを除去する。
10

ゲイン可変アンプ106は、ノイズ除去された信号を適切なレベルに制御し、A/D変換器107は、ゲイン可変アンプ106の出力（アナログ信号）をデジタル信号に変換する。デジタル信号はデジタル値（サンプリング値 y_i ）を有する。FIRフィルタ108は、デジタル信号を等化する。なお、FIRフィルタ108の詳細は、後述される。
15

PLL109は、等化されたデジタル信号のゼロクロス点を検出して、チャンネルクロックに同期したクロックを生成する。ビタビ復号器110は、等化されたデジタル信号を復調する。

図2は、変調符号RLL（1，7）、PR（1，2，2，1）の系の状態遷移を示す。
20

$S_n(a, b, c)$ は、 n 番目のステートを表し、引数 a 、引数 b および引数 c は、 n ステート以前の3ビットの入力復調データ値である。 d/I_j において、目標値 I_j は、サンプリング値 y_k が n から $n+1$ に状態遷移する時に取りうる値であり、値 d はサンプリング値によって判定される復調データ値である。

図3は、ビタビ復号器110の構成を示す。
25

ビタビ復号器110は、ブランチメトリック計算器201と、ACSブロック

(Add Compare Selectブロック) 202と、パスメトリックメモリ203と、パスメモリ204とを含む。

図2と図3とを参照して、ビタビ復号器110の動作を説明する。

5 ブランチメトリック計算器201は、式4に従って、ブランチメトリックを算出する。

(式4)

$$BM_k(j) = (y_k - I_j)^2$$

ここで、 $BM_k(j)$ はk番目のブランチメトリックを示す。

ACSブロック202は、式5に従って、最尤のパスを選択する。

10 (式5)

$$PM_k(S0) = \min[PM_{k-1}(S0) + BM_k(0), PM_{k-1}(S5) + BM_k(1)]$$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(0) \geq PM_{k-1}(S5) + BM_k(1) \quad : \quad PSS0='1'$$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(0) < PM_{k-1}(S5) + BM_k(1) \quad : \quad PSS0='0'$$

15 $PM_k(S1) = \min[PM_{k-1}(S0) + BM_k(1), PM_{k-1}(S5) + BM_k(2)]$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(1) \geq PM_{k-1}(S5) + BM_k(2) \quad : \quad PSS1='1'$$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(1) < PM_{k-1}(S5) + BM_k(2) \quad : \quad PSS1='0'$$

$$PM_k(S2) = PM_{k-1}(S1) + BM_k(3)$$

20

$$PM_k(S3) = \min[PM_{k-1}(S3) + BM_k(6), PM_{k-1}(S2) + BM_k(5)]$$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(6) \geq PM_{k-1}(S2) + BM_k(5) \quad : \quad PSS2='1'$$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(6) < PM_{k-1}(S2) + BM_k(5) \quad : \quad PSS2='0'$$

25 $PM_k(S4) = \min[PM_{k-1}(S3) + BM_k(5), PM_{k-1}(S2) + BM_k(4)]$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(5) \geq PM_{k-1}(S2) + BM_k(4) \quad : \quad PSS3='1'$$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(5) < PM_{k-1}(S2) + BM_k(4) \quad : \quad PSS3='0'$$

$$PM_k(S5) = PM_{k-1}(S4) + BM_k(3)$$

- 5 ACSブロック202によって選択されたパスPSS0～PSS3の値に基づいて、パスメモリ204の値が更新される。パスメモリ204で生き残ったパスが、最尤パスとして復調される。

図4は、DMSAM検出器111の構成を示す。

- DMSAM検出器111は、パスメトリックの差を検出するためにサンプリングされた信号 y_1 を一定量遅延する遅延器401と、ユークリッド距離が最小となるパターンについて選択パスのメトリックと非選択パスのメトリックとのメトリック差を検出するメトリック差検出器402と、ユークリッド距離が最小となるパターンを検出するパターン検出器403と、メトリック差検出器402によって検出されたメトリック差の分散を算出する分散演算器404と、メトリック差の平均値と目標値との差を算出する平均値目標差検出器405とを含む。
- 10
- 15

- DMSAMは、フィルタリングされた信号と2値化信号とに基づく指標である。DMSAM検出器111は、最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を最尤復号器で復調する際に選択されたパスのメトリックと選択されなかったパスのメトリックとの差（メトリック差）を求め、メトリック差の分散を算出することによって、DMSAMを求める。
- 20

本発明の実施の形態1の再生装置100の復調系では、ユークリッド距離が最小となるパターンは8通りであり、（式6）で定義される。

（式6）

- 25 ・Pattern1:"0,1,1,X,0,0,0," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S2] \rightarrow S_{-3}[S4] \rightarrow S_{-2}[S5] \rightarrow S_{-1}[S0] \rightarrow S_0[S0], S_{-4}[S2] \rightarrow S_{-3}[S3] \rightarrow S_{-2}[S4] \rightarrow S_{-1}[S5] \rightarrow S_0[S0])$

・Pattern2: "1, 1, 1, X, 0, 0, 0," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S3] \rightarrow S_{-3}[S4] \rightarrow S_{-2}[S5] \rightarrow S_{-1}[S0] \rightarrow S_0[S0], S_{-4}[S3] \rightarrow S_{-3}[S3] \rightarrow S_{-2}[S4] \rightarrow S_{-1}[S5] \rightarrow S_0[S0])$

5 ・Pattern3: "0, 1, 1, X, 0, 0, 1," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S2] \rightarrow S_{-3}[S4] \rightarrow S_{-2}[S5] \rightarrow S_{-1}[S0] \rightarrow S_0[S1], S_{-4}[S2] \rightarrow S_{-3}[S3] \rightarrow S_{-2}[S4] \rightarrow S_{-1}[S5] \rightarrow S_0[S1])$

・Pattern4: "1, 1, 1, X, 0, 0, 1," X don't care

State transition (PA, PB)

10 $= (S_{-4}[S3] \rightarrow S_{-3}[S4] \rightarrow S_{-2}[S5] \rightarrow S_{-1}[S0] \rightarrow S_0[S1], S_{-4}[S3] \rightarrow S_{-3}[S3] \rightarrow S_{-2}[S4] \rightarrow S_{-1}[S5] \rightarrow S_0[S1])$

・Pattern5: "0, 0, 0, X, 1, 1, 0," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S0] \rightarrow S_{-3}[S0] \rightarrow S_{-2}[S1] \rightarrow S_{-1}[S2] \rightarrow S_0[S4], S_{-4}[S0] \rightarrow S_{-3}[S1] \rightarrow S_{-2}[S2] \rightarrow S_{-1}[S3] \rightarrow S_0[S4])$

・Pattern6: "1, 0, 0, X, 1, 1, 0," X don't care

15 State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S5] \rightarrow S_{-3}[S0] \rightarrow S_{-2}[S1] \rightarrow S_{-1}[S2] \rightarrow S_0[S4], S_{-4}[S5] \rightarrow S_{-3}[S1] \rightarrow S_{-2}[S2] \rightarrow S_{-1}[S3] \rightarrow S_0[S4])$

・Pattern7: "0, 0, 0, X, 1, 1, 1," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S0] \rightarrow S_{-3}[S0] \rightarrow S_{-2}[S1] \rightarrow S_{-1}[S2] \rightarrow S_0[S3], S_{-4}[S0] \rightarrow S_{-3}[S1] \rightarrow S_{-2}[S2] \rightarrow S_{-1}[S3] \rightarrow S_0[S3])$

20 ・Pattern8: "1, 0, 0, X, 1, 1, 1," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S5] \rightarrow S_{-3}[S0] \rightarrow S_{-2}[S1] \rightarrow S_{-1}[S2] \rightarrow S_0[S3], S_{-4}[S5] \rightarrow S_{-3}[S1] \rightarrow S_{-2}[S2] \rightarrow S_{-1}[S3] \rightarrow S_0[S3])$

図4を参照して、DMSAM検出器111の動作を説明する。

25 状態検出器404は、ビタビ復号器110で復号され2値化信号となった信号に基づいて、ユークリッド距離が最小となるパターンを検出する(式9参照)。

メトリック差検出器 402 は、検出されたパターンに基づいて、ユークリッド距離が最小となるパターンの選択パスのメトリックと非選択パスのメトリックとのメトリック差を検出する。このとき、ピタビ復号器 110 で復調に一定時間の遅延が生じるために、遅延器 401 は、サンプリングされた信号 y_i を一定時間遅延する。

メトリック差検出器 402 は、選択パスのメトリックと非選択パスのメトリックとのメトリック差 $DSAMV$ を式 7 に従って算出する。

(式 7)

$$DSAMV = \sum_{i=0}^3 (y_i - IB_i)^2 - \sum_{i=0}^3 (y_i - IA_i)^2 \quad (X=0)$$

$$= \sum_{i=0}^3 (y_i - IA_i)^2 - \sum_{i=0}^3 (y_i - IB_i)^2 \quad (X=1)$$

ここで、 $(y_i - IA_i)$ は、パス A のブランチメトリックを示し、 $(y_i - IB_i)$ は、パス B のブランチメトリックを示す。

パス A のユークリッド距離とパス B のユークリッド距離との差は、式 8 に従って定義される。

(式 8)

$$d_{min} = \sum_{i=0}^3 (IA_i - IB_i)^2$$

分散演算器 404 は、メトリック差検出器 402 の出力 ($DSAMV$) と最小ユークリッド距離 d_{min} とに基づいて、式 12 に従って、 $DMSAM$ を算出する。

(式 9)

$$DMSAM = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=0}^N (DSAMV_k - d_{min})^2}}{2d_{min}}$$

$DSAMV$ の平均値が d_{min} に一致した場合に、 $DMSAM$ の値が最小にな

る（式9参照）。

以上、図4を参照して、DMSAM検出器111の動作を説明した。

DMSAMの値は、FIRフィルタの係数の影響を大きく受ける。従って、FIRフィルタがLMSアルゴリズムに従う適応型フィルタで構成されている実施
5 形態では、異常な信号がFIRフィルタに入力した場合に、適応型フィルタの出力が発散してしまうという課題があった。また、適応型フィルタで構成されているFIRフィルタのフィルタ特性は、フィルタ係数の変化に伴って非常に広い範囲で変化する。従って、従来の再生品質評価装置400では、光ディスクの個体差が大きい場合でも適応型等化フィルタの出力を補正しえる。その結果、一定
10 した特性が求められる光ディスクの信号品質を評価するための指標としてDMSAMを用いることができないという課題を有していた。

本発明の実施の形態1の再生装置100によれば、FIRフィルタ108のフィルタ特性（タップ係数）の可変範囲が制限されており、DMSAMの値を最小とする等化を行うことができる。

15 図5は、FIRフィルタ108の構成を示す。

図6は、FIRフィルタ108のz平面上のフィルタ特性を示す。

図5および図6を参照して、FIRフィルタ108の動作を詳細に説明する。

FIRフィルタ108は、5個のタップを有する。通常のFIRフィルタでは、5個のタップが有する5個のタップ係数を自由に設定できるため、様々な特性を
20 有するフィルタを構成できる。タップ係数の自由度を制限することができれば、一定の範囲内で動作するFIRフィルタが実現でき安定性が増加すると共に、FIRフィルタの特性が予測可能となるので光ディスクの特性を規定する指標としてDMSAMを用いることが可能となる。

FIRフィルタ108では、フィルタ特性（タップ係数）の自由度が制限されており、FIRフィルタ108は、DMSAMが適応型FIRフィルタと同等の
25 値となる特性を満足する。再生信号を歪みなく処理するためにはFIRフィルタ

108の群遅延はフラットであることが望ましく、また記録条件によって発生する光ビーム走行方向の非線形な歪みに影響されないために、FIRフィルタ108は、対称なタップ係数を有することが望ましい。拘束条件（対称なタップ係数）に起因して、FIRフィルタ108の5つのタップ係数（ k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 ）は3つのタップ係数（ k_0 、 k_1 、 k_2 ）になる。

タップ係数の自由度を5個から3個にして、拘束条件を満たすFIRフィルタ108のフィルタ特性をZ平面上に展開すると、半径が r と $1/r$ の位置に角度 θ で複素共役解が配置される（図6参照）。Z平面上での解を α 、 α' 、 β 、 β' とすると、 α 、 α' 、 β 、 β' は、式10で表される。

10 (式10)

$$\alpha, \alpha' = r(\cos\theta \pm j\sin\theta)$$

$$\beta, \beta' = \frac{1}{r}(\cos\theta \pm j\sin\theta)$$

15 FIRフィルタ108の機能は、式11で定義される。

 (式11)

$$z^4(1-\alpha z^{-1})(1-\beta z^{-1})(1-\alpha' z^{-1})(1-\beta' z^{-1})$$

式10および式11に基づいて、FIRフィルタ108のタップ係数が算出される（式12参照）。

(式 1 2)

$$\begin{aligned}
 k_0 = k_4 &= \frac{1}{2 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right)\cos\theta + 4\cos^2\theta + r^2 + \frac{1}{r^2}} \\
 k_1 = k_3 &= \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)\cos\theta}{2 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right)\cos\theta + 4\cos^2\theta + r^2 + \frac{1}{r^2}} \\
 k_2 &= \frac{4\cos^2\theta + r^2 + \frac{1}{r^2}}{2 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right)\cos\theta + 4\cos^2\theta + r^2 + \frac{1}{r^2}}
 \end{aligned}$$

ここで、周波数 0 Hz のゲインは 1 である。なお、再生装置 100 のゲインは可変ゲインアンプ 106 によって補正されるので、周波数 0 Hz のゲインを 1 にしても問題はない。

上記の拘束条件によって FIR フィルタ 108 のタップ係数は、2 つの変数 (r 、 θ) で表すことができ、自由度を 2 に減らすことが可能となる。

図 7 は、FIR フィルタ 108 のフィルタ特性と DMSAM の値との関係を示す。横軸は値 r を示し、縦軸は、値 θ を示す。再生装置 100 の NA は 0.85、光ビームの波長は 405 nm である。

θ と r との対応に所定の関係が成立する領域で DMSAM の値が最小となっており、DMSAM の値が最小である場合に、再生の条件として最適な FIR フィルタが構成されている。この時の DMSAM の値は 7.9 % であり、従来の LMS 法に従った FIR フィルタでは 8.2 % となった。

すなわち、本発明の実施の形態 1 の FIR フィルタ 108 は、従来の FIR フィルタよりもフィルタ特性は良好である。このことは、従来の FIR フィルタが全てのパターンで再生レベルを所望の値にするように適応処理するのに対し、FIR フィルタ 108 は DMSAM の値が最小となるようにフィルタの特性を変化させていることに起因する。従来、全ての再生レベルが所望の値になるように再

生時のFIRフィルタの特性を設定するのに対して、本発明の実施の形態1では、ユークリッド距離が最も短いパターン（すなわち最もエラーを起こしやすいパターン）だけを検出して、このパターンの再生信号が所望の値になるようにFIRフィルタ108の特性を調整する。すなわち、本発明の実施の形態1では、エラー

5 エラーを起こしやすいパターンのみにFIRフィルタ108の特性を最適化するので、よりエラーの少ない再生系を実現することができる。

$\theta = 0$ の場合でも、値 r を最適に制御すれば、DMSAMが最小となる。従って、 $\theta = 0$ として値 r のみを制御することによって、FIRフィルタの特性を十分な再生特性に設定できる（図7参照）。 $\theta = 0$ としたときのタップ係数は、

10 （式13）によって表される。

（式13）

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

$$15 \quad k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

$$k_2 = \frac{4 + 1r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

20 以上のように、本発明の実施の形態1の再生装置100では、値 r のみ制御することによって、FIRフィルタ108の特性を決定できる。また、FIRフィルタ108の自由度を大きく制限しているにも関わらず、十分に低いDMSAMが実現できる。なお、値 r は、DMSAMの値が9%以下となる $0.21 \leq r \leq 0.27$ の範囲とすることが、より望ましい（図7参照）。

25 図8は、FIRフィルタ108の周波数特性を示す。

横軸は、FIRフィルタ108の規格化周波数を示す。FIRフィルタのクロ

ック周波数の $1/2$ を 1 で表している。縦軸は、振幅[dB]を示す。

値 r を制限することでFIRフィルタの特性の変化範囲を狭い範囲に抑えることができる。再生装置100によれば、 $0.21 \leq r \leq 0.27$ を満たすように係数制御器112がタップ係数を制御することによって、DMSAMの値が最小となる。

上述したように、値 r の制御範囲が制限されているためにFIRフィルタ108の特性も大きく変化しない。従って、欠陥などに対して安定な動作が可能となる。FIRフィルタ108の特性可変範囲を狭い領域に制限しながら、従来のFIRフィルタよりも良好な特性のDMSAM値が得られる。これにより、本発明の実施の形態1の再生装置100によれば、一定の特性が求められる記録媒体の信号品質の評価も可能となる。

なお、本発明の実施の形態1では、 $\theta = 0$ 、 $0.21 \leq r \leq 0.27$ の範囲で係数制御器112がタップ係数を制御し、DMSAMの値が最小値を含む範囲にFIRフィルタ108の特性を制限する例を説明したが、 $\theta = 0$ に限定されない。値 r を変化させ、値 r が変化された範囲内にDMSAMの最小値が含まれるのであれば任意の値の θ に対して、DMSAMの最小値を含む値 r を選択可能である。この範囲で係数制御器112が r の値を制限することによって、FIRフィルタの特性可変範囲を狭い領域に制限しながら最小のDMSAM値が得られ、最適にデータを再生できる。

以上、図1～図8を参照して、本発明の実施の形態1の再生装置100を説明した。

(実施の形態2)

本発明の実施の形態1では、群遅延が一定でかつ対象なフィルタ係数を有するFIRフィルタ108において、DMSAMの値がDMSAMの最適値を含むように、予め決められた範囲内でFIRフィルタ108のフィルタ係数を制御した。一方、本発明の実施の形態2では、FIRフィルタのフィルタ係数の制御範囲を

従来のLMS法によって制御すると共にフィルタ係数の制御範囲を事前に決められた範囲に制限する。

図9は、本発明の実施の形態2の再生装置200の構成を示す。図9において、図1に示される再生装置100と同一の構成要素には同一の参照符号を付し、その説明を省略する。

再生装置200は、光ディスク101を挿入可能に構成されている。再生装置200は、PINダイオード102と、プリアンプ103と、ハイパスフィルタ104と、パワースローパスフィルタ105と、評価装置250とを含む。

評価装置250は、可変ゲインアンプ106と、A/Dコンバータ107と、FIRフィルタ901と、PLL109と、ビタビ復号器110と、DMSAM検出器111と、LMS制御器902と、タップ係数制限器903とを含む。

図10は、FIRフィルタ901の構成を示す。

FIRフィルタ901は、5個のタップを有する。FIRフィルタ901の5つのタップは、タップ係数(k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4)を有する。

図9および図10を参照して、FIRフィルタ901の動作を詳細に説明する。

LMS制御器902は、DMSAM検出器111が検出するDMSAM値を最小にするように、LMS法によって、FIRフィルタ901のタップ係数(k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4)を制御する。つまり、LMS制御器902は、FIRフィルタ901のタップ係数(k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4)を逐次更新する。

LMS制御器902は、適切にFIRフィルタ901のタップ係数を制御し、DMSAM値が最小となるようにタップ係数を決定する。予め適切な状態で信号の再生を行うことによって、FIRフィルタ901の出力が適切に収束するように、タップ係数(k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4)を決定できる。

本発明の実施の形態2では、ドライブの動作時に想定されるストレス状態で再生された信号をFIRフィルタ901に予め与えてタップ係数(k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4)の範囲を求める。例えば、ストレスは、ドライブの動作時に発生す

るデフォーカスおよびディスクの傾き球面収差の変動である。さらに、記録時のパワー変化およびストラテジの変動もストレスである。

5 ストレス状態で再生された信号に対して、予めLMS制御器902を動作させ
 タップ係数(k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4)の制御範囲を求めておく。ドライブの
設計時の事前実験によって、タップ係数の制御範囲を簡単に決定できる。タップ
係数制限器903は、事前実験によって決定されたタップ係数の制御範囲でタッ
10 プ係数(k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4)を制限する。したがって、FIRフィルタ
901のフィルタ特性は予め設計段階で想定した変動範囲から大きく変化しない。
その結果、再生装置200は、欠陥などに対して安定に動作できる。

10 本発明の実施の形態2の再生装置200は、再生装置100と同様に、FIR
フィルタ901のフィルタ特性可変範囲を所定の範囲に制限しながら、DMSA
Mの最適値を得ることができる。従って、本発明の実施の形態2の再生装置20
0は、信号品質の評価できる。

15 以上、図1～図10を参照して、本発明の実施の形態1および実施の形態2を
説明した。

 例えば、図1および図9を参照して説明した例では、評価装置150または評
価装置250が「デジタルフィルタを備えた評価装置」に対応し、FIRフィル
タ108またはFIRフィルタ901が「タップ係数に応じて信号をフィルタリ
ングするフィルタ」に対応し、DMSAM検出器111が「フィルタリングされ
20 た信号に基づいて、信号の品質を評価するための指標を検出する検出手段」に対
応し、係数制御器112またはLMS制御器902およびタップ係数制限器90
3が「検出された指標の値が指標の最適値を含むように、予め決められた範囲内
でデジタルフィルタのタップ係数を制御する制御手段」に対応する。

25 しかし、本発明の光ディスク装置が図1に示されるものに限定されるわけでは
ない。上述した各手段の機能が達成される限りは、任意の構成を有する光ディ
スク装置が本発明の範囲内に含まれ得る。

例えば、信号の品質を評価するための指標は、DMSAMに限らない。指標によって、信号の品質を評価しえる限りは、他の指標でよい。他の指標は、例えば、SAM (Seuenced Amplitude Margin) および SAMER (Seuenced Amplitude Margin Error) である。

SAMは、ビタビ復号器中の選択パスのメトリックと非選択パスのメトリックとの差（メトリック差）を表す。SAMの値が大きければ大きいほど、再生信号は良質である。

SAMERは、ビタビ復号器中の選択パスのメトリックと非選択パスのメトリックとの差（メトリック差）が予め設定した閾値以下となるメトリック差の個数を表す。SAMERの値が小さければ小さいほど、再生信号が良質である。

指標がSAMである場合には、例えば、再生装置100は、DMSAM検出器111に加えて、またはDMSAM検出器111に替えて、SAM検出器を備える。SAM検出器は、ビタビ復号器中の選択パスのメトリックと非選択パスのメトリックとの差を検出する。

指標がSAMERである場合には、例えば、再生装置100は、DMSAM検出器111に加えて、またはDMSAM検出器111に替えて、SAMER検出器を備える。SAMER検出器は、ビタビ復号器中の選択パスのメトリックと非選択パスのメトリックとの差を検出し、検出結果が予め設定した閾値以下になる差の個数をカウントする。

なお、従来の再生信号品質評価装置400は、再生信号の振幅が予め決められた一定のレベルになるように、再生信号の振幅を制御する。しかし、この制御は、必ずしも、DMSAMを最小にするための振幅の制御ではない。

本発明の実施の形態1の再生装置100は、例えば、DMSAM値がDMSAMの最適値に近づくように再生信号の振幅を制御してもよい。

以下、図1、図4および図9を参照して、本発明の実施の形態の再生装置100

0 および再生装置 200 が、DMSAM 値が最小となるように再生信号の振幅を制御する例を説明する。

DMSAM 検出器 111 は、DMSAMV の分散である DMSAM を演算する分散演算器と、DMSAMV の平均値と d_{min} との差を演算する平均値の目標誤差演算器 405 とを含む。

平均値の目標差演算器 405 は、DMSAMV の平均値と d_{min} との差を検出する。平均値の目標差演算器 405 は、検出された差（誤差）を示す誤差信号を可変ゲインアンプ 106 に出力する。可変ゲインアンプ 106 は、DMSAM 値が DMSAM の最適値に近づくように再生信号の振幅を制御する。例えば、可変ゲインアンプ 106 は、DMSAMV の平均値が d_{min} に近づくように、再生信号の振幅を制御する。従って、DMSAMV の平均値は d_{min} に一致するようになるために、従来の振幅制御よりも、DMSAM が最小になるように振幅制御できる。本発明の振幅制御は、従来の振幅制御よりも 1 % 程度 DMSAM 値を改善する。

図 1 および図 4 を参照して説明したように、本発明の実施の形態 1 の再生装置 100 が、DMSAM 値が最小となるように再生信号の振幅を制御する例では、DMSAM 検出器のからの平均値の差に基づいて、再生信号の振幅を制御しているが、再生信号の振幅の制御例は、これに限定されない。再生信号の振幅の制御は、再生信号自身による AGC 処理、または A/D 変換後のサンプリング点にデジタル的に係数を掛けて振幅を揃えることによって実現可能である。

さらに、図 1 および図 9 に示される実施の形態で説明した各手段は、ハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアによって実現されてもよいし、ハードウェアとソフトウェアとによって実現されてもよい。ハードウェアによって実現される場合でも、ソフトウェアによって実現される場合でも、ハードウェアとソフトウェアとによって実現される場合でも、本発明の評価処理が実行され得る。

本発明の評価処理は、「信号をデジタルフィルタのタップ係数に応じてフィルタリングするステップ」と、「フィルタリングされた信号に基づいて、信号の品質を評価するための指標を検出するステップ」と、「検出された指標が指標の最適値を含むように、予め決められた範囲内でデジタルフィルタのタップ係数を制御するステップ」とを含む。本発明の評価処理は、上述した各ステップを実行し得る限り、任意の手順を有し得る。

本発明の評価装置には、評価装置の機能を実行させるための評価処理プログラムが格納されていてもよい。

評価処理プログラムは、コンピュータの出荷時に、評価装置に含まれる格納手段に予め格納されていてもよい。あるいは、コンピュータの出荷後に、アクセス処理を格納手段に格納するようにしてもよい。例えば、ユーザがインターネット上の特定のウェブサイトから評価処理を有料または無料でダウンロードし、そのダウンロードされたプログラムをコンピュータにインストールするようにしてもよい。評価処理がフレキシブルディスク、CD-ROM、DVD-ROMなどのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されている場合には、入力装置を用いて評価処理をコンピュータにインストールするようにしてもよい。インストールされた評価処理は、格納手段に格納される。

なお、以下の項目1および項目2も、本発明の範囲である。

項目1. 信号の品質を評価する評価装置であって、
前記信号を最尤復号し、前記最尤復号の結果を示す2値化信号を生成する最尤復号手段と、

前記信号と前記2値化信号とに基づいて、前記信号の品質を評価するための指標を検出する検出手段と、

前記検出された指標の値が前記指標の最適値に近づくように、前記信号の振幅を制御する振幅制御手段と
を備えた評価装置。

項目 2. 信号の品質を評価する評価方法であって、

前記信号を最尤復号し、前記最尤復号の結果を示す 2 値化信号を生成するステップと、

5 前記信号と前記 2 値化信号とに基づいて、前記信号の品質を評価するための指標を検出するステップと、

前記検出された指標の値が前記指標の最適値に近づくように、前記信号の振幅を制御するステップと、

を包含する評価方法。

10 以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができることが理解される。本明細書において引用した特許、特許出願および文献は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細書に対する参考として援用
15 されるべきであることが理解される。

産業上の利用可能性

20 本発明の評価装置および評価方法によれば、FIR フィルタの特性を大きく変化させずに、従来の LMS を用いた適応等化フィルタによって復号された場合と同程度まで、DMSAM 値を最小化することができる。

本発明によれば、ビタビ復号を行う前処理である信号等化器の特性を決められた一定の範囲で制限をすることが可能となり、従来用いることができなかった記録媒体の信号評価に DMSAM を用いることができる。また、本発明の再生装置
25 では、信号等化器の適応の範囲を一定に制限することが可能となるので、記録媒体の欠陥等で信号が欠落した場合でも安定な復調系を構成することができる。

請求の範囲

1. デジタルフィルタを備えた評価装置であって、

5 前記デジタルフィルタは、前記デジタルフィルタのタップ係数に応じて信号を
フィルタリングし、

前記評価装置は、

前記フィルタリングされた信号に基づいて、前記信号の品質を評価するための
指標を検出する検出手段と、

10 前記検出された指標の値が前記指標の最適値を含むように、予め決められた範
囲内で前記デジタルフィルタの前記タップ係数を制御する制御手段と
をさらに備えた評価装置。

2. 前記デジタルフィルタは、複数のタップを含み、

15 前記制御手段は、前記複数のタップが有する複数のタップ係数が対称性を有す
るように、前記複数のタップ係数を制御する、請求項1に記載の評価装置。

3. 前記評価装置は、前記フィルタリングされた信号を最尤復号し、前記最尤復
号の結果を示す2値化信号を生成する最尤復号手段をさらに備え、

20 前記検出手段は、前記フィルタリングされた信号と前記2値化信号とに基づい
て、前記指標を検出し、

前記デジタルフィルタは、第1タップと第2タップと第3タップと第4タップ
と第5タップとを含み、

前記制御手段は、

(式14)

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

5 (式15)

$$k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

(式16)

10

$$k_2 = \frac{4 + r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

に従って、前記第1タップのタップ係数 k_0 と、前記第2タップのタップ係数 k_1 と、前記第3タップのタップ係数 k_2 と、前記第4タップのタップ係数 k_3 と、
15 前記第5タップのタップ係数 k_4 とを制御し、

ここで、 r は、前記デジタルフィルタの周波数特性を示す、請求項1に記載の評価装置。

4. $0.21 \leq r \leq 0.27$ である、請求項1に記載の評価装置。

20

5. 信号をデジタルフィルタのタップ係数に応じてフィルタリングするステップと、

前記フィルタリングされた信号に基づいて、前記信号の品質を評価するための指標を検出するステップと、

25 前記検出された指標が前記指標の最適値を含むように、予め決められた範囲内で前記デジタルフィルタの前記タップ係数を制御するステップと

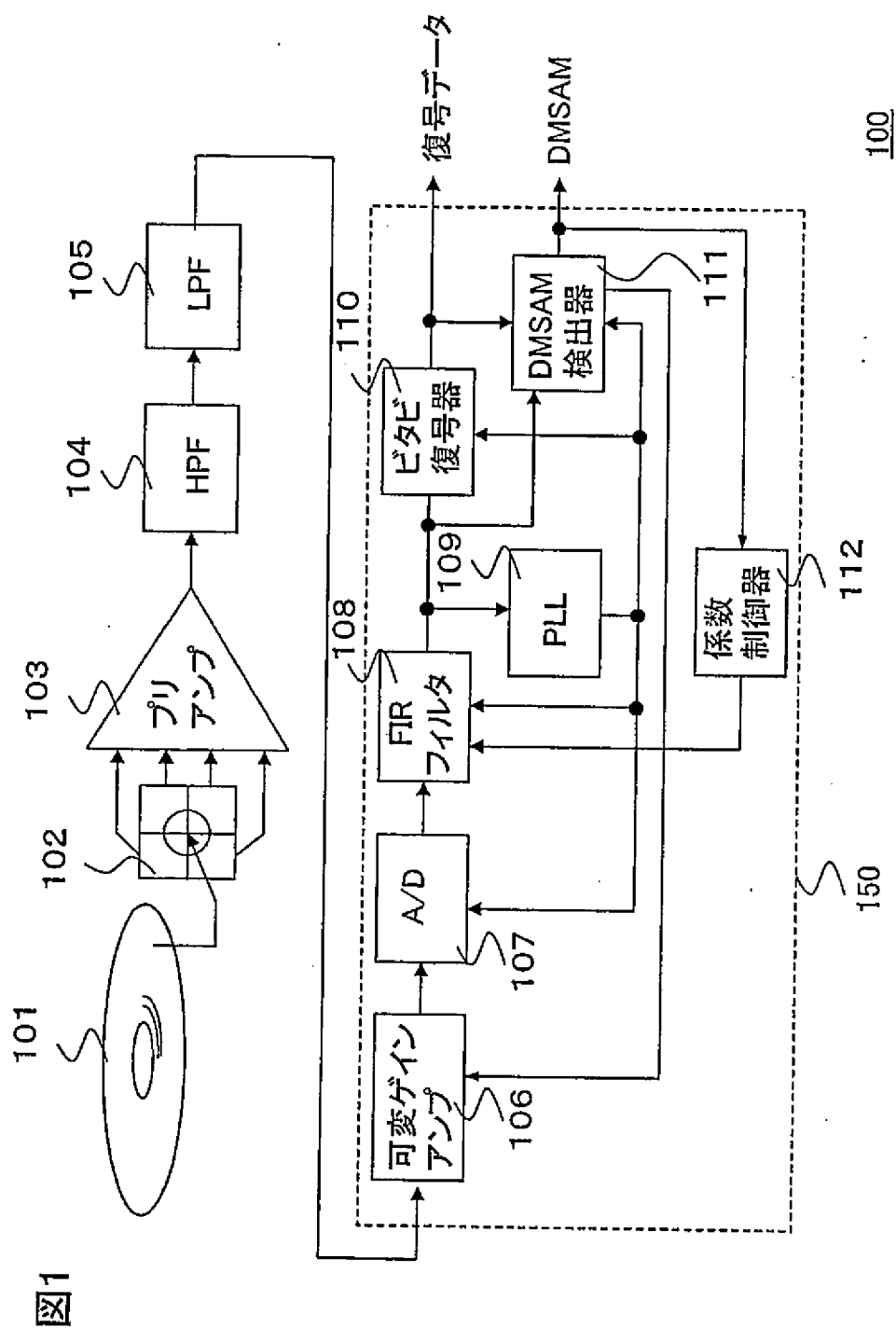
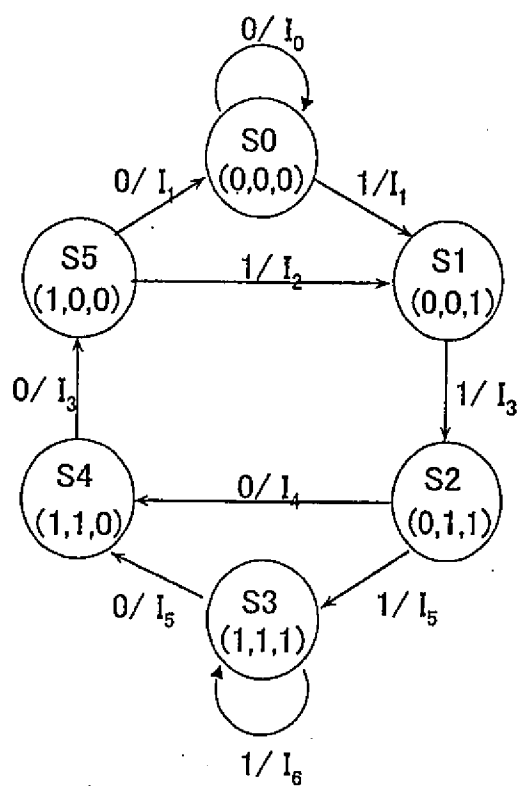


図2



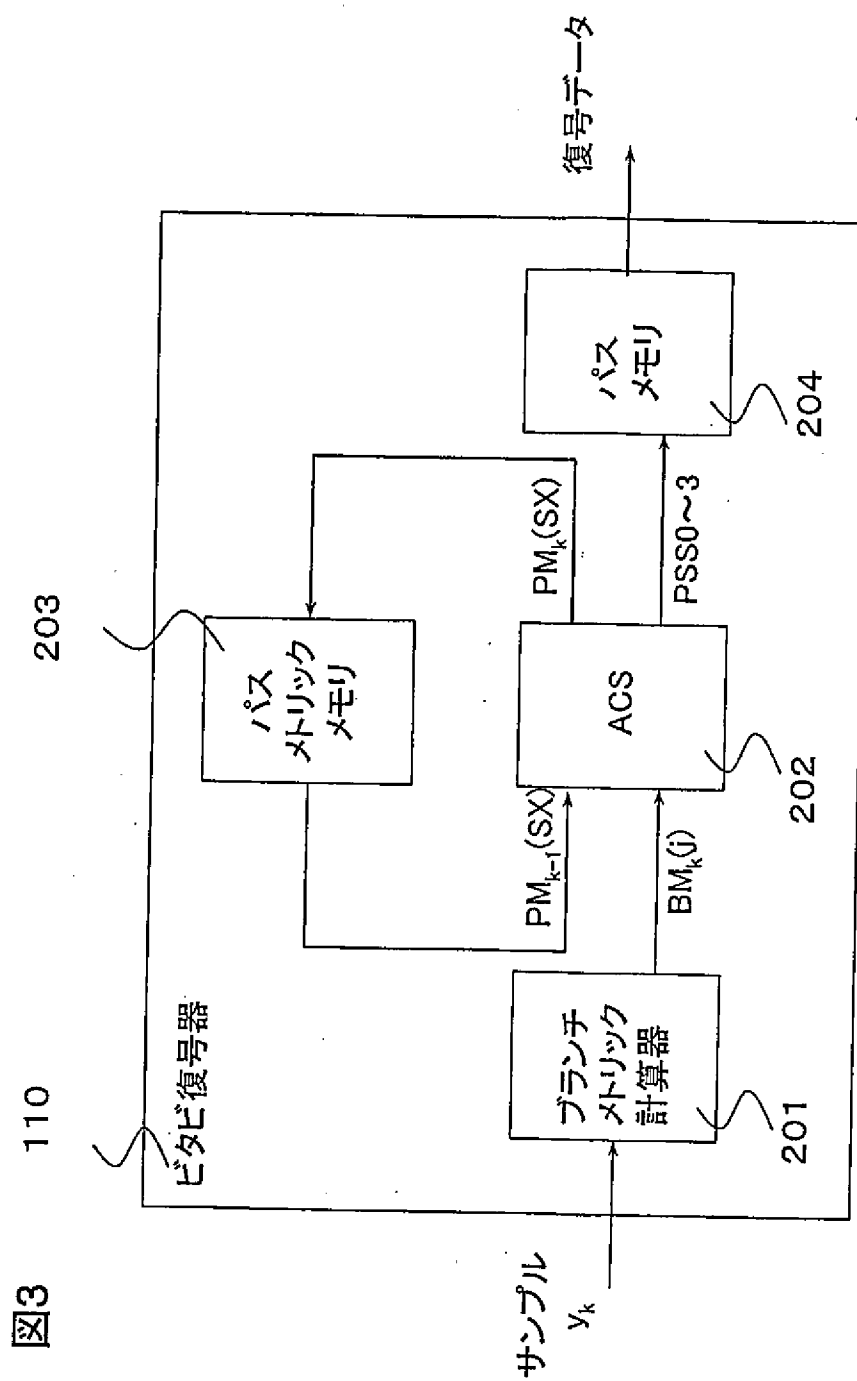


図4

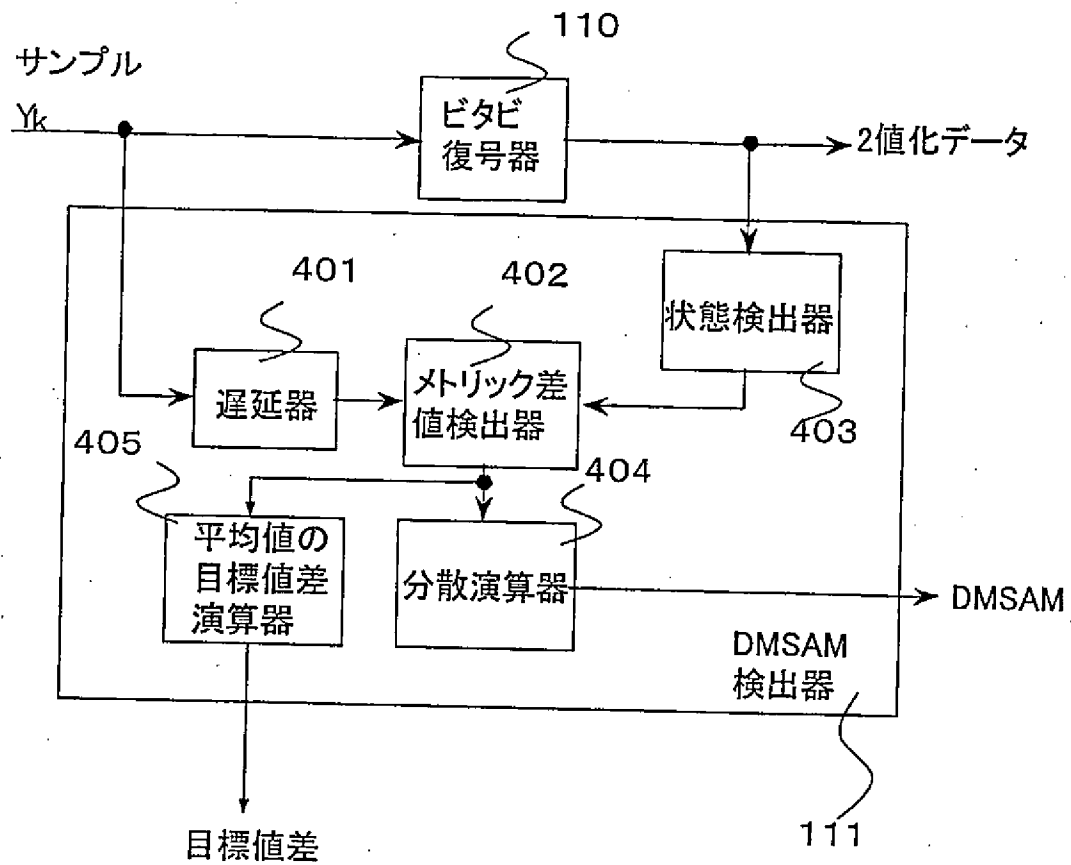


図5

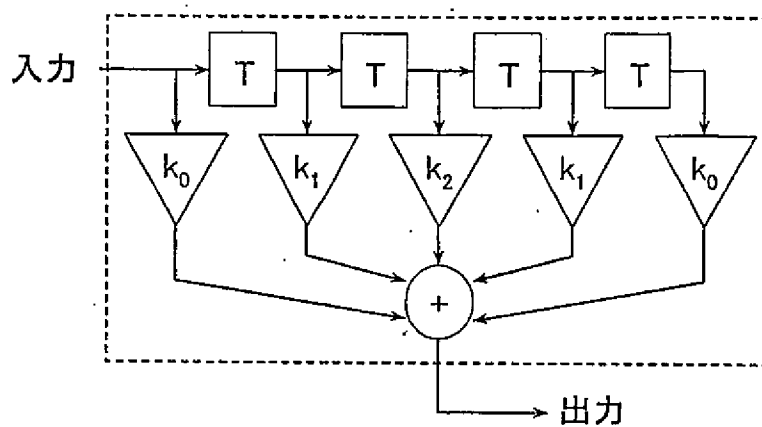
108

図6

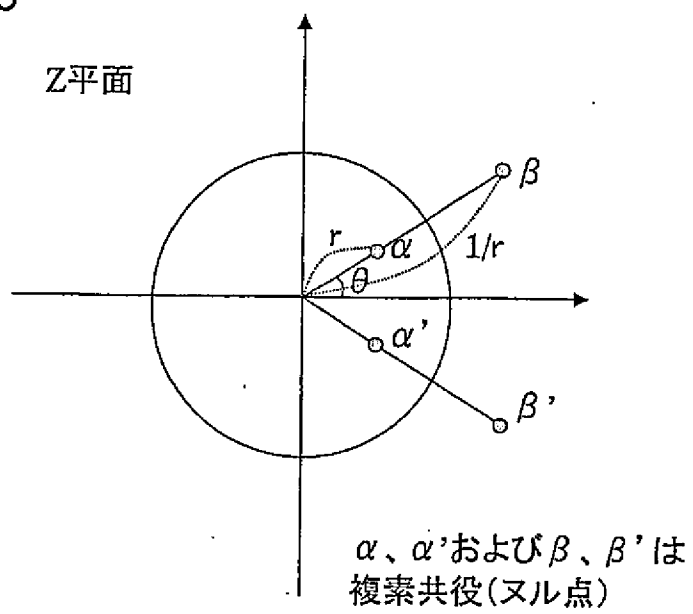


図7

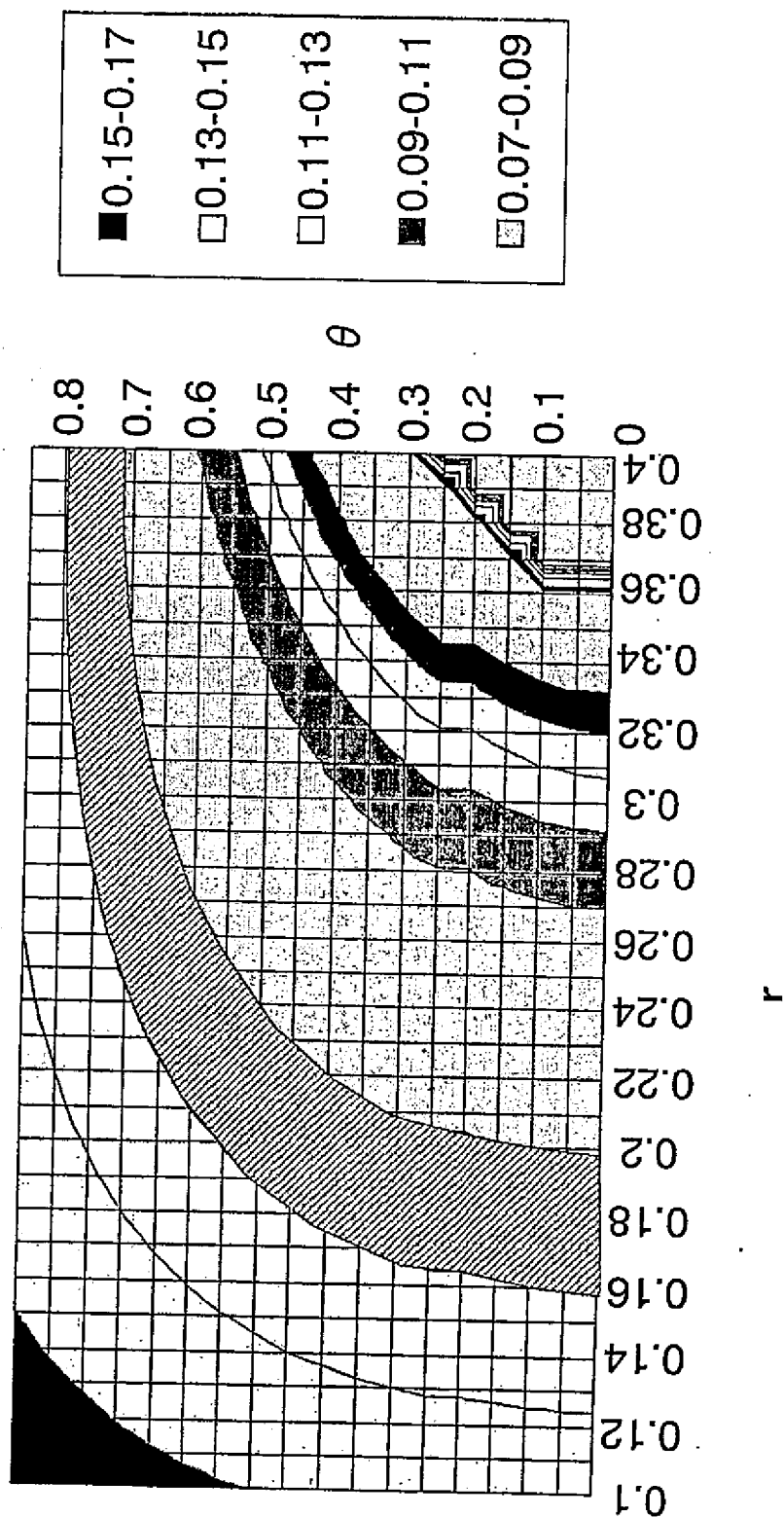
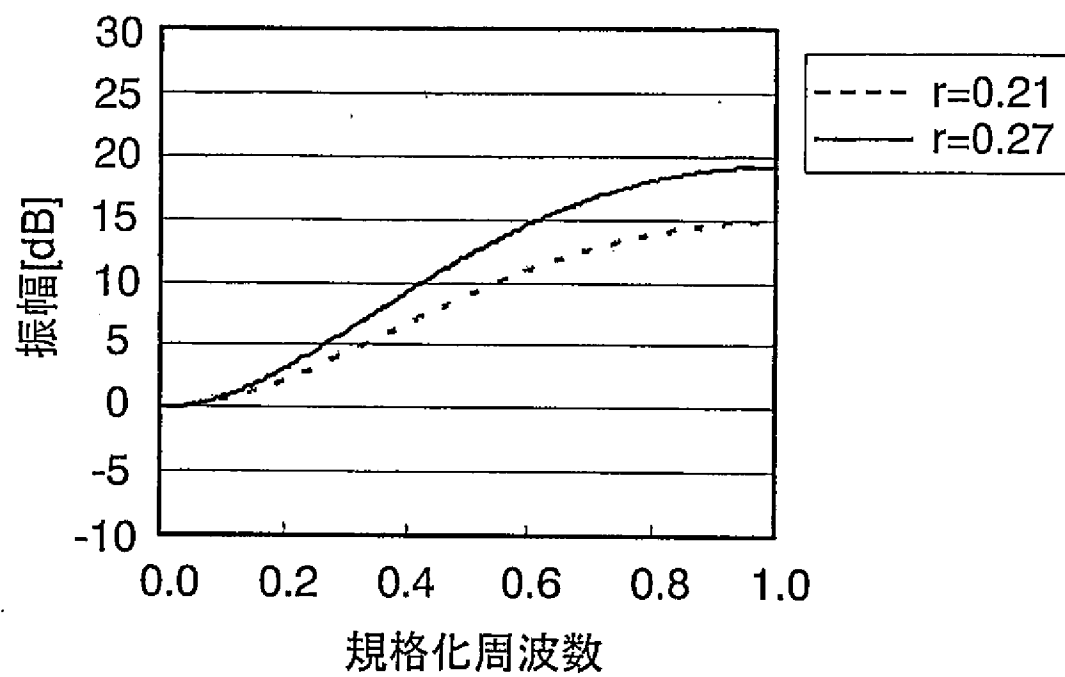


図8



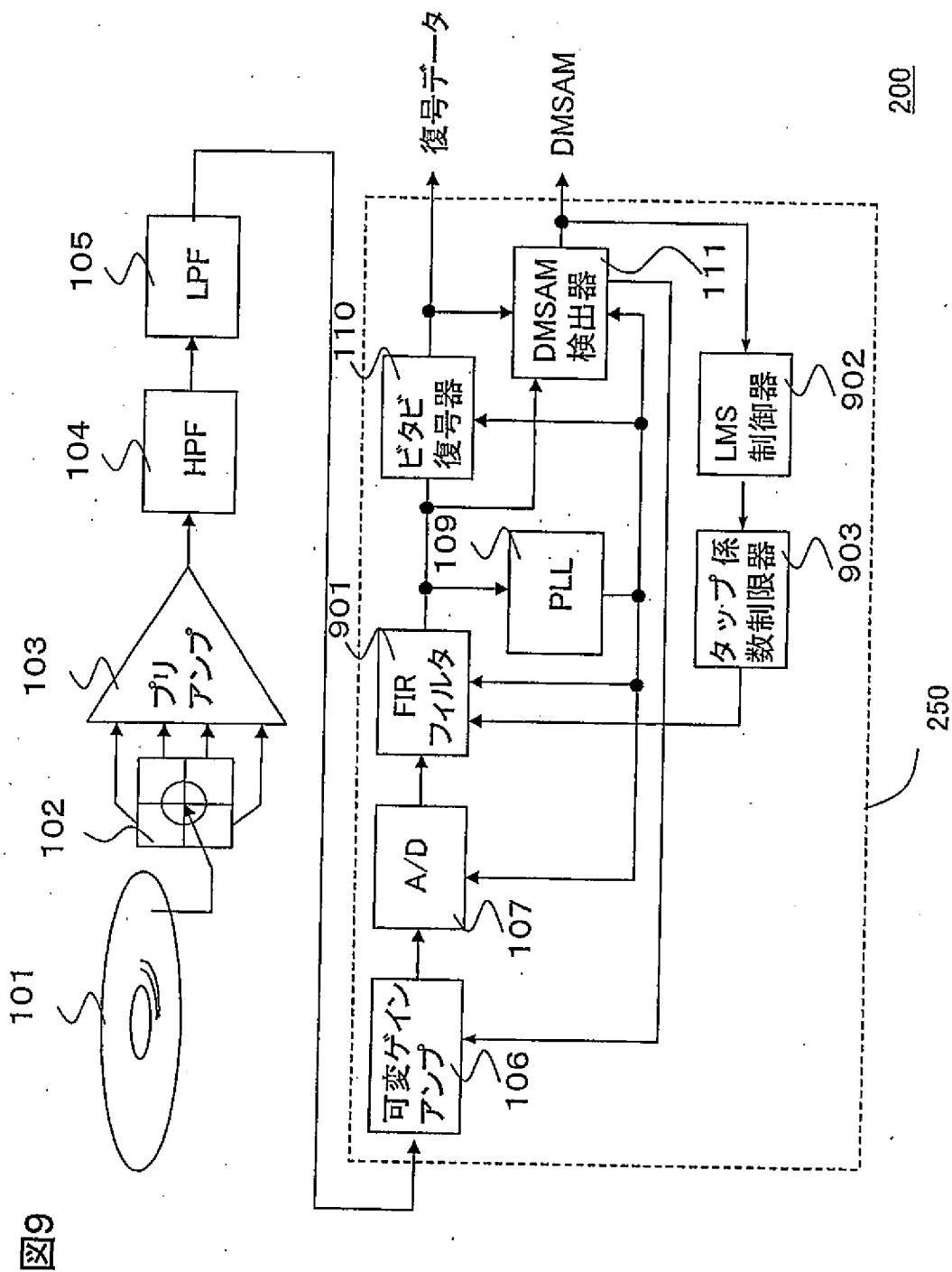
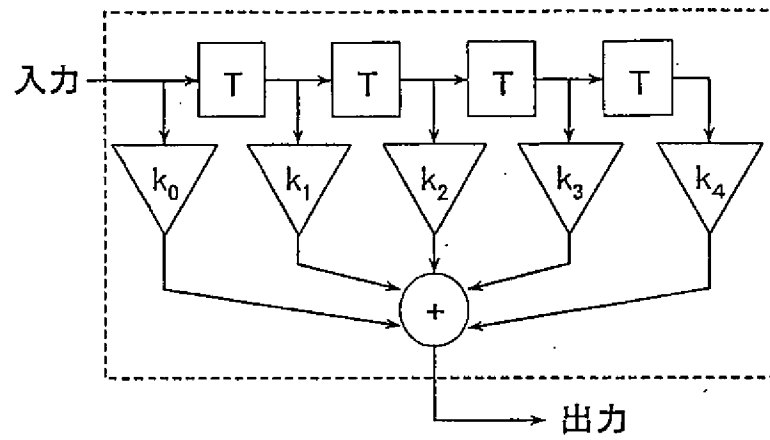


図10

901

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014711

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B20/14, G11B20/10, G11B20/18, H03H21/00, H03H17/06,
H03H17/02, H03M13/41

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B20/14, G11B20/10, G11B20/18, H03H21/00, H03H17/06,
H03H17/02, H03M13/41

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-155429 A (Hitachi, Ltd.), 08 June, 2001 (08.06.01), Par. Nos. [0020] to [0022], [0032]; Figs. 5, 9 (Family: none)	1, 5 2
Y	JP 2001-216735 A (Hitachi, Ltd.), 10 August, 2001 (10.08.01), Par. Nos. [0076] to [0081]; Fig. 9 & US 5818655 A	2
A	JP 10-021651 A (Sony Corp.), 23 January, 1998 (23.01.98), Full text; all drawings & US 5938791 A	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 December, 2004 (20.12.04)

Date of mailing of the international search report
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G11B20/14, G11B20/10, G11B20/18, H03H21/00, H03H17/06, H03H17/02, H03M13/41			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁷ G11B20/14, G11B20/10, G11B20/18, H03H21/00, H03H17/06, H03H17/02, H03M13/41			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	JP 2001-155429 A (株式会社日立製作所)	1, 5	
Y	2001. 06. 08, 段落番号【0020】-【0022】, 【0032】、第5図、第9図 (ファミリーなし)	2	
Y	JP 2001-216735 A (株式会社日立製作所) 2001. 08. 10, 段落番号【0076】-【0081】, 第9図 & US 5818655 A	2	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 20. 12. 2004		国際調査報告の発送日 11. 1. 2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 小林 大介	5Q 9848
		電話番号 03-3581-1101 内線 3590	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP10-021651 A (ソニー株式会社) 1998. 01. 23, 全文, 全図 & US 5938791 A	1-5